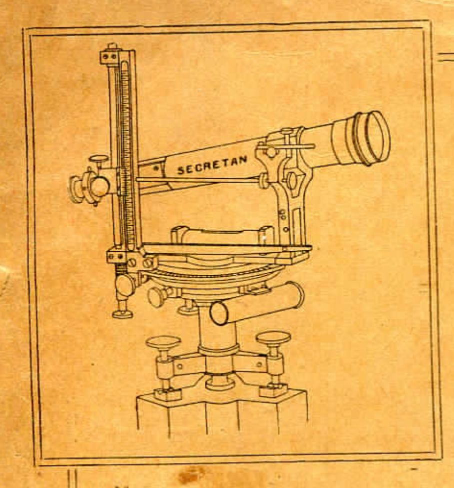


G. JACQUELIN

ET

J. LAURENT

INGÉNIEUR

LES

TACHÉOMÈTRES

Auto-Réducteurs à levier

INSTRUCTION PRATIQUE

PRIX : 2 FRANCS

PARIS

SECRÉTAN*

CH. EPRY ET JACQUELIN, Succrs

20, BOULEVARD SAINT-JACQUES

1914

AVANT-PROPOS

Notre maison construit depuis 125 ans des instruments de précision pour la Géodésie, la Topographie, le Nivellement.

Notre fabrication toujours très étudiée a suivi l'évolution du progrès dans l'Art de l'Ingénieur et nous avons pris comme programme constant le perfectionnement des instruments, auxiliaires de la science de l'opérateur dans ses travaux.

Nous nous efforçons d'être les collaborateurs de nos clients et de les seconder de tous nos moyens en tant que techniciens en poursuivant d'une façon constante nos travaux de perfectionnement par les formules nouvelles et l'application des méthodes les plus modernes, toujours soucieux de donner aux opérateurs des appareils facilitant leur travail en évitant autant que possible les causes d'erreur; et comme constructeurs en produisant des instruments dont la précision répond aux exigences scientifiques les plus élevées.

Les services rendus par un bon instrument font gagner du temps à l'opérateur qui l'emploie. La supériorité des nôtres a été consacrée par les Services de nivellement du monde entier.

SECRÉTAN



LES

TACHÉOMÈTRES AUTO-RÉDUCTEURS

A LEVIER

INSTRUCTION PRATIQUE

LES

TACHÉOMÈTRES

Auto-Réducteurs à levier

INSTRUCTION PRATIQUE

PAR

G. JACQUELIN

ET

J. LAURENT

INGÉNIEUR

PARIS

SECRÉTAN

CH. EPRY ET JACQUELIN, Succrs

20, BOULEVARD SAINT-JACQUES

1914

TABLE

INTRODUCTION

Les tachéomètres sont des instruments de topographie qui permettent de recueillir en une seule opération rapide sur le terrain, tous les renseignements nécessaires au levé des plans cotés.

Les tachéomètres des divers modèles et en particulier les tachéomètres perfectionnés qui ont été mis en usage dans ces dernières années passent pour être des instruments d'un emploi difficile, délicats et qui ne peuvent être maniés que par des opérateurs expérimentés. Leur apprentissage semble très difficile à la plupart des opérateurs. Les géomètres expérimentés dans l'usage de ces appareils ne mettent pas toujours l'empressement voulu à former des élèves qui leur enlèveraient une partie de leur renom comme opérateurs, ou une partie de leurs affaires comme entrepreneurs d'études.

Nous désirons combattre ces préjugés, démontrer que les tachéomètres auto-réducteurs sont d'un emploi facile et abordable à tous les opérateurs et particulièrement à ceux qui savent déjà se servir du cercle d'alignement et du niveau d'Egault. Nous avons rédigé la présente notice qui, dans notre pensée, est un ouvrage de vulgarisation pratique, pour indiquer, sans expression scientifique, comment on se sert de cet instrument et comment on utilise les éléments recueillis avec lui pour composer les plans cotés nécessaires à l'étude des ouvrages envisagés.

Tachéomètre auto-réducteur à levier

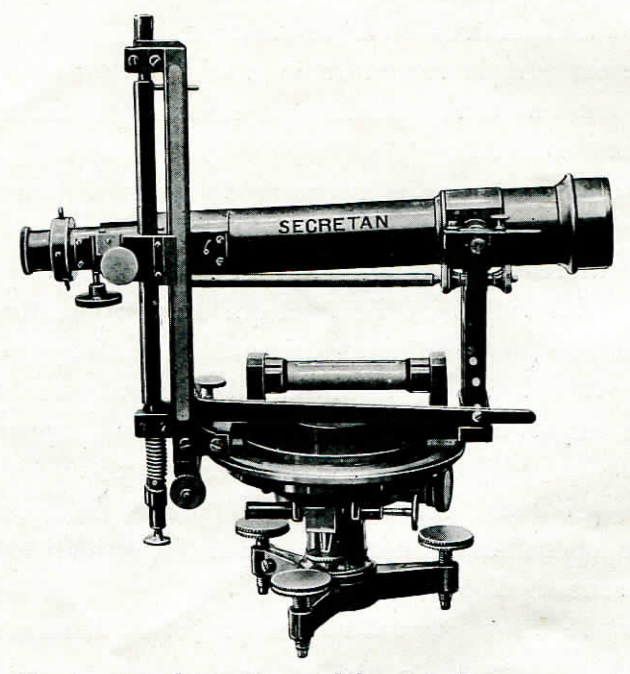


Fig. 1. — **Tachéomètre modèle n° 1. Type courant.**
Pour les opérations en terrains moyennement accidentés de déclivité maxima 1/2.
La règle verticale est graduée de 0 à 50.

LES

TACHÉOMÈTRES AUTO-RÉDUCTEURS

A LEVIER

INSTRUCTION PRATIQUE

Comment on se sert des Tachéomètres

Nous supposons que le lecteur connaît l'usage du niveau d'Egault ou du niveau à bulle indépendante et du cercle d'alignement, nous supposons par conséquent qu'il sait apprécier les hauteurs lues sur une mire au moyen d'une lunette comportant un réticule ; et qu'il connaît le principe des verniers et du déclinatoire.

La description des tachéomètres en général et l'exposé des principes de la méthode tachéométrique, est donnée dans les ouvrages spéciaux et en particulier dans l'excellente notice de H. Bonami, *Manuel de l'opérateur au Tachéomètre*, Secrétan, éditeur), dont une récente édition comporte la description des tachéomètres auto-réducteurs à levier dont nous nous proposons spécialement d'indiquer l'emploi.

Nous jugeons cette description inutile dans cette notice destinée particulièrement à guider les débuts de l'opérateur qui se trouve en possession d'un tachéomètre.

Réception de l'instrument.

Lorsque l'opérateur prend possession d'un de ces instruments, il doit ouvrir la boîte après l'avoir posée poignée en dessus ; il doit opérer avec soin et vérifier comment sont calées les diverses pièces. Cet examen étant fait, il tire le plateau mobile,



Fig. 2. — Tachéomètre auto-réducteur à levier. Modèle n° 1.
Muni de ses 3 niveaux dont 2 mobiles.

sort l'instrument avec précaution et le place sur le pied à six branches préalablement calé sur le sol.

Il sort ensuite la lunette, enlève le bouchon qui protège l'objectif, présente la lunette par ses deux tourillons sur les collets de l'instrument. En faisant ce mouvement, il est nécessaire d'engager en même temps le couteau d'acier triangulaire situé sur la pince qui se meut sur la règle verticale dans le jour d'un des coulisseaux, de manière que l'arête coupante du couteau porte sur la glissière correspondante en acier; il y a là un mouvement délicat à observer, au moment où on présente

la lunette pour la première fois. Il est bien évident qu'il n'y a aucune difficulté réelle et qu'il suffit simplement d'avoir du soin et de la prudence dans ce mouvement afin de ne pas détériorer l'instrument et d'obtenir que les pièces soient dans leur place respective.

Lorsque la lunette est ainsi placée, l'instrument est prêt à fonctionner sur le terrain, mais il serait tout à fait prématuré que

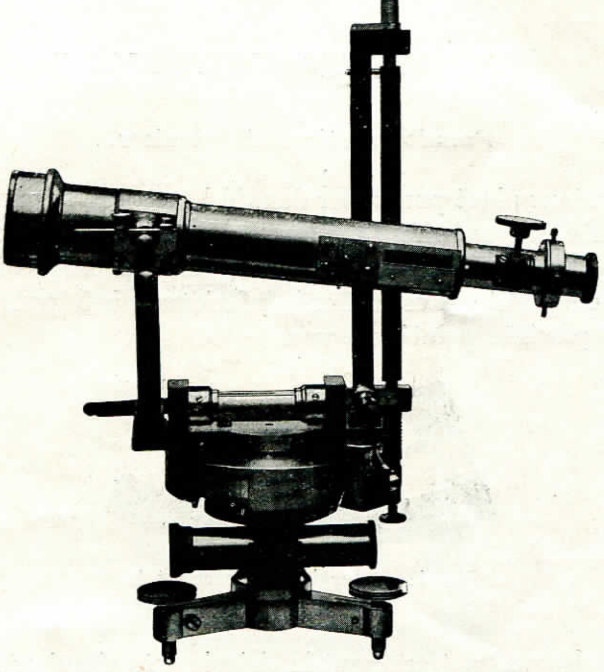


Fig. 3. — **Tachéomètre auto-réducteur à levier. Modèle n° 2.**
Pour les opérations en terrains très accidentés.
La règle verticale est graduée de 0 à 65. La division du cercle est verticale, elle est protégée par une enveloppe de bronze.

le nouvel opérateur au tachéomètre parte avec sa brigade pour se servir de l'appareil. Il est bon qu'il examine avec soin les divers verniers de l'appareil et qu'il se familiarise avec leur lecture.

Cet apprentissage sera fait par n'importe quel opérateur dans l'espace de quelques quarts d'heure dans le silence du cabinet et cette préparation vaut mieux que celle qu'on peut faire en travaillant sur le terrain.

---

*

LECTURE DES ANGLES

ÉTUDE DES VERNIERS DU CERCLE

Premier système de verniers.

L'opérateur placé pour viser dans la lunette de l'appareil voit, à sa droite, un ensemble de deux verniers dits « complémentaires ». Chacun d'eux est gradué de cinq en cinq centigrades jusqu'à cinquante. Les valeurs inférieures à 5 peuvent être obtenues par interpolation à vue.

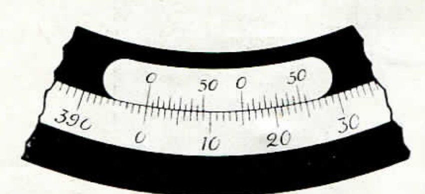


Fig. 4. — Verniers du cercle à la position O.

Nous donnons en terminant la théorie très simple mais ingénieuse des verniers complémentaires (page 37).

Nous ne prétendons indiquer ici que leur emploi.

La figure 4 représente ces verniers à la position O et la figure 5 reproduit ces mêmes verniers indiquant un angle de 37 grades 27 centigrades.

Cette lecture est obtenue en lisant :

sur le cercle, la division précédant immédiatement le 0 du premier vernier.	*37 grades.*
sur le premier vernier : 12 centigrades.	
» second » : 15 » =	*» 27 centigrades.*
Le total donne.....................	*37,27*

Il y a lieu d'attirer l'attention des opérateurs habitués aux cercles d'alignement sur ce que les cercles des tachéomètres sont divisés en grades, représentant la 1/100e partie du 1/4 de la circonférence. Chaque grade est divisé en 100 centigrades.

On peut écrire : $90^{o} = 100^{g} = 10.000^{cg}$.

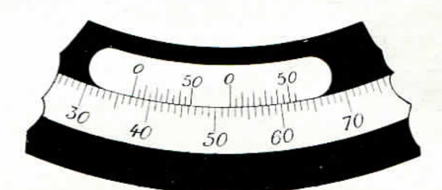


Fig. 5. — Verniers.
Lecture 37 grades 27 centigrades.

Il est facile, en se reportant à la figure tracée, de se rendre compte comment la lecture a été faite.

Les verniers ayant des divisions cotées de cinq en cinq centigrades, lorsque 2 traits seront en coïncidence exacte, on écrira un nombre multiple de 5.

Dans le cas contraire, on appréciera l'appoint qui sera forcément inférieur à 5. L'habitude de ces lectures se prendra en très peu de temps.

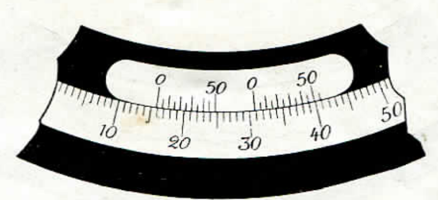


Fig. 6. — Verniers.
Lecture 15 grades 78 centigrades.

Nous donnons, figure 6, un second tracé des verniers. Dans cet exemple, l'angle lu est de : 15 grades 78 centigrades. Lecture qui s'obtient en lisant le nombre de 15 grades sur le cercle, 35 centigrades sur le premier vernier et 43 centigrades sur le deuxième vernier.

Vérifications des lectures d'angles.

Ce système de vernier permet à l'opérateur de vérifier à tout instant s'il n'a pas commis une erreur de lecture ou d'appréciation dans les centigrades lus sur chaque vernier.

La différence entre les nombres de centigrades lus sur chacun des verniers doit être sensiblement de 1/10e du nombre total de centigrades.

Exemple dans la première lecture :

$$15 - 12 = 3 = \frac{1}{10^e} \text{ de } 27$$

Exemple dans la deuxième lecture :

$$43 - 35 = 8 = \frac{1}{10^e} \text{ de } 78$$

Deuxième système de vernier.

Le vernier de grande longueur qui se trouve sur le côté gauche

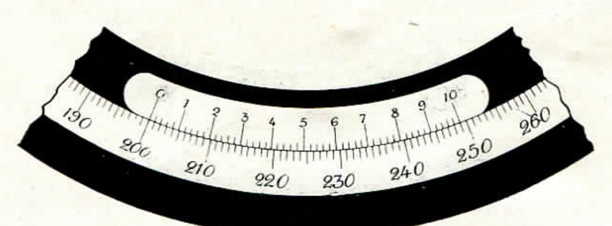


Fig. 7. — Grand vernier à la position O.

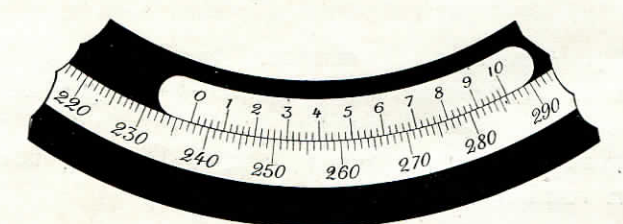


Fig. 8. — Grand vernier. Lecture : 237 gr. 23.

de l'instrument, par rapport à l'opérateur pointant dans la

lunette, est divisé en doubles-centigrades ; il comprend donc 50 divisions ; on lira les doubles centigrades lorsqu'il y aura correspondance parfaite pour 1 trait de vernier et 1 trait du cercle.

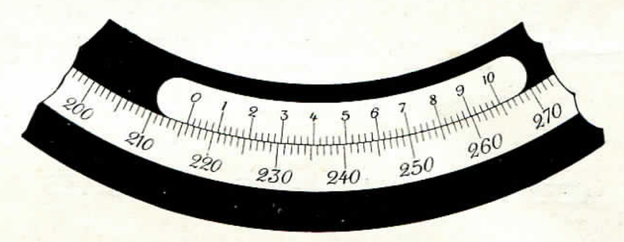


Fig. 9. — Grand vernier. Lecture : 215 gr. 81.

Dans le cas contraire, on appréciera aisément le nombre impair des centigrades.

La figure 7 représente ce vernier à la position O.

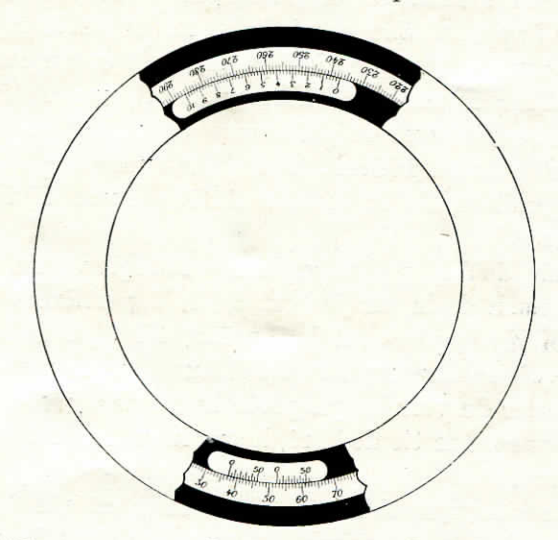


Fig. 10. — Aspect du cercle, position des verniers.

Les figures 8 et 9 montrent ce vernier aux positions 237 grades 23 centigrades et 215 grades 81 centigrades.

Bien entendu les zéros des deux verniers étant séparés d'un demi-cercle, soit de 200 grades, le nombre des centigrades donnés par l'un ou par l'autre des verniers doit être à peu près le même.

LECTURE DES PENTES

VERNIERS DE L'ÉCHELLE DES PENTES

Une échelle des pentes, ou règle verticale, est graduée de 0 à 50 [1] en montant, et de 0 à 50 en descendant ; une pince solidaire de la lunette porte un vernier gradué de 0 à 5 en montant et en descendant. Chacune des divisions de la règle est graduée en demi-division, de sorte que la longueur des verniers permet de trouver l'appoint des demi-divisions de cette règle. Nous ajouterons que chaque division de la règle correspond à une différence d'inclinaison sur l'horizontale de un centimètre par mètre ; c'est-à-dire que la différence de pointé de la lunette sur une mire placée à 100 mètres de l'instrument est de 1 mètre lorsque la position de la lunette diffère d'une division de la règle verticale.

Une lecture de 3,31 par exemple sur la règle verticale indique que l'inclinaison de la lunette est de 3,31 centièmes ou que la dénivellation de la visée est de 3 mètres 31 c/m à 100 mètres.

Il faut avoir soin, pour faire les lectures sur le vernier, d'employer la partie du vernier qui porte le même signe + (*plus*) ou — (*moins*) que la partie de la règle sur laquelle on doit chercher la coïncidence.

En d'autres termes, si le zéro du vernier est placé au-dessus du zéro de la règle verticale, c'est-à-dire dans la partie qui porte le signe —, c'est sur la partie du vernier qui porte ce signe — qu'on doit chercher la coïncidence.

Le débutant doit porter son attention sur cette stipulation, car il pourrait être porté à chercher une coïncidence sur le vernier de sens contraire à la partie de la règle intéressée par la lunette ; il en résulterait une erreur de lecture qui donnerait une

1. Cette graduation est celle du tachéomètre modèle n° 1. Dans le modèle n° 2, pour les terrains accidentés, cette même règle est graduée jusqu'à 65.

erreur de nivellement dans la pratique de l'opération.

La figure 12 montre en relation le vernier et la division correspondante de la règle. La lecture que l'opérateur doit faire est de + 3,31.

L'exemple fig. 13, indique — 9,88.

Comme il est facile de le voir, chaque division du vernier correspond à 5/100es de la division

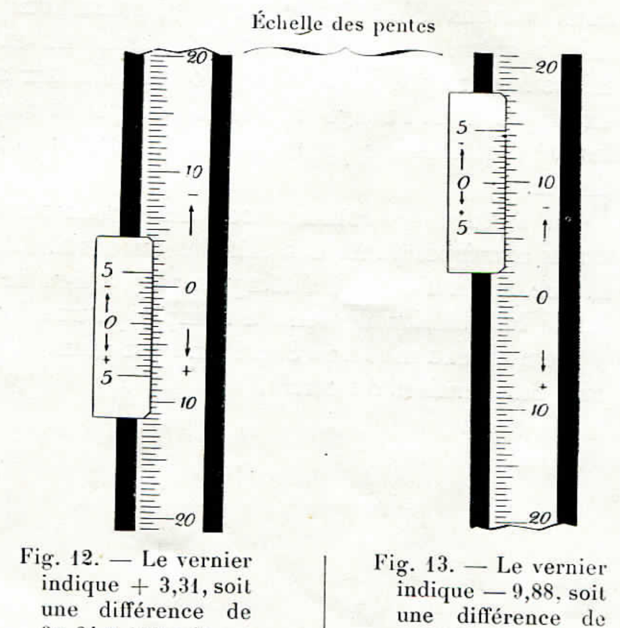


Fig. 12. — Le vernier indique + 3,31, soit une différence de 3m.31 à 100 mètres.

Fig. 13. — Le vernier indique — 9,88, soit une différence de 9m,88 à 100 mètres.

principale de la règle ; les traits du vernier indiquent donc des divisions de 0,05 en 0,05. La pratique de l'opération et l'habileté de l'opérateur permettent d'apprécier cette différence à un centième près, très rapidement.

Nous ajoutons, pour donner une idée de la précision de l'appareil, qu'une erreur d'interprétation d'un centième sur le vernier traduit une différence de nivellement de 1 centimètre seulement à 100 mètres. Cette erreur est négligeable dans la pratique du levé de plan, attendu que

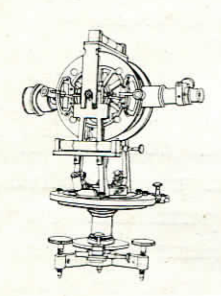
Fig. 11. — Echelle des Pentes. Le vernier indique la position O.

la mire est placée sur le terrain dans des positions qui, pour un même point du report sur le plan peuvent varier dans des proportions sensiblement plus grandes et que la pratique des travaux ne permet pas de réaliser une approximation plus exacte dans l'implantation des ouvrages de terrassements.

Lorsque l'opérateur a compris le mécanisme des verniers que nous venons d'expliquer, nous lui conseillons de faire un certain nombre de lectures sur l'instrument en modifiant plusieurs fois les positions, afin de se familiariser avec les systèmes employés, dont l'usage est à la fois simple et commode et permet les vérifications que nous avons indiquées pour la lecture des angles.

La lecture des coïncidences des traits des verniers avec les traits correspondants des échelles ou des limbes peut être, selon la vue, assez difficile à distinguer ; il y a lieu de recourir, comme on le fait habituellement, à l'emploi d'une loupe.

Le nouveau modèle « Secrétan » est muni d'une loupe à chacun des verniers du cercle.



ÉVALUATION DES LONGUEURS

VISÉES SUR LA MIRE

L'opérateur étant familiarisé avec la lecture des verniers, pratiquée comme nous l'avons indiqué ci-dessus, pourrait faire sa première sortie sur le terrain. Nous lui conseillons de chercher à se rendre compte tout d'abord de la manière d'évaluer les distances avec le tachéomètre auto-réducteur. Cette opération est des plus simples : encore est-il nécessaire d'en connaître le mécanisme et de la pratiquer couramment pour tirer de l'instrument tout le parti qu'on doit en attendre.

L'opérateur doit mettre l'instrument en station sur son pied, comme il ferait, s'il opérait avec un niveau d'Egault ou un niveau à bulle indépendante, ou même un cercle d'alignement. Nous ne nous attardons pas à définir le procédé et laissons simplement à l'expérience acquise précédemment par notre opérateur le soin de le guider dans cette opération.

L'instrument étant placé et calé, nous interviendrons pour le diriger dans ses premiers essais et le faire profiter de notre expérience dont le fruit lui manque actuellement.

Comme il ne peut pas se préoccuper encore de l'exactitude de ses mesures, il peut faire placer la mire spéciale qu'il a dû se procurer en même temps que l'instrument dans un angle de mur, contre un tuyau de descente, afin qu'il puisse tout à loisir observer cette mire sans qu'il ait la préoccupation de fatiguer un aide dont l'assistance ne lui est pas utile. La mire doit être éloignée de 20 mètres au moins du point où est placé le tachéomètre.

L'opérateur, cherche à mettre dans le champ de la lunette la mire qu'il a placée ainsi que nous l'avons dit. Il n'a pas tout d'abord d'autres manœuvres à faire que celles qu'il ferait avec un cercle d'alignement ou un niveau, c'est-à-dire qu'il peut déplacer l'instrument autour de son axe vertical, mettre au point le

**

réticule et la lunette. Mais il est un nouveau mouvement auquel l'opérateur doit s'habituer, c'est le pointé en hauteur de la lunette, qui se fait en desserrant tout d'abord la pince située à droite de la lunette, laquelle doit être soulagée avec le médius de la main droite, de manière à la faire glisser avec le moins de chocs et de coincements possible le long de la règle verticale. Lorsque la lunette est pointée à bonne hauteur sur la mire,

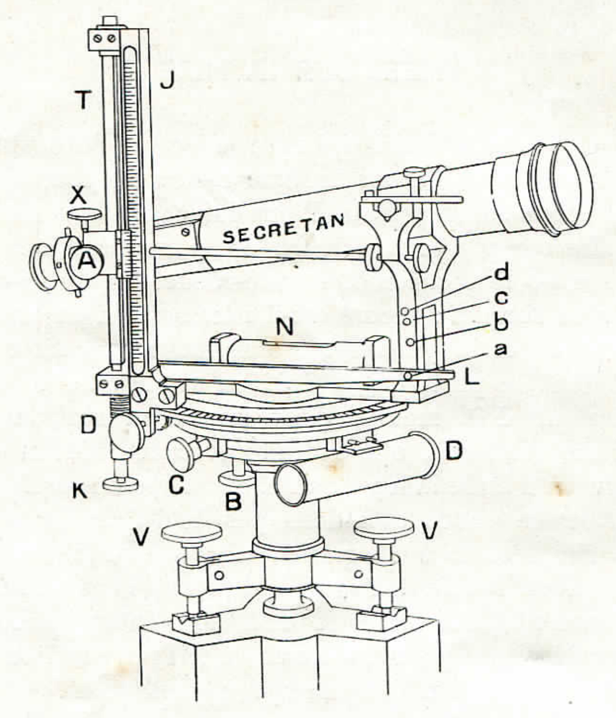


Fig. 14. — Schéma d'un tachéomètre auto-réducteur à levier, montrant les différents organes de manœuvre.

on serre la pince A qui fixe la lunette dans cette position.

Pour faciliter les lectures ultérieures, il convient d'amener la croisée de fils du réticule de la lunette sur un nombre rond de centimètres ou de décimètres de la mire. Exemple le nombre 0-00, le nombre 2 mètres, etc. La lunette ayant été amenée près d'un de ces points dans le mouvement que nous venons d'indiquer, il y a lieu de mettre la croisée de fils de réticule en coïncidence avec ce point en se servant de la vis à pas réduit K qui se trouve en prolongement de la règle verticale, et qu'on utilise comme la vis

à pas réduit du niveau à bulle indépendante. Nous signalons à l'opérateur qu'il doit, dans l'intervalle de ses opérations, ramener autant que possible cette vis au milieu de son champ, de manière à la trouver toujours prête à utiliser avec son maximum de rendement.

MESURES DES LONGUEURS

La lunette a donc été pointée sur le nombre choisi avec les manœuvres que nous avons indiquées.

L'opérateur s'approche, restant l'œil à la lunette, avance la main droite jusqu'à l'extrémité du levier L et, plaçant l'index sur l'extrémité de ce levier en même temps qu'il place l'extrémité du pouce sur le plateau de l'instrument, il éloigne le levier L de la fourche portant la lunette pour dégager du plot *a* le taquet solidaire du levier et laisse monter ce levier de lui-même, en le retenant de l'index, jusqu'à ce que le taquet vienne buter sur le second plot *b*. Le tout sans effort.

La lunette étant dans cette position, l'opérateur lit le nombre visé sur la mire sous le fil du réticule de la lunette et l'inscrit sur un carnet, il ramène ensuite le levier à son point initial de manière que le taquet soit au contact du premier plot *a* ; dans cette position la croisée du réticule doit revenir exactement sur le nombre préalablement visé.

Si la coïncidence ne se faisait pas exactement, c'est qu'il y aurait eu glissement de la pince A fixant la lunette à la règle verticale et il conviendrait de la serrer et de viser une nouvelle fois en évitant tout choc jusqu'à ce qu'on obtienne la coïncidence au rappel. Supposons que dans cette suite d'opérations nous ayons eu d'une part, le taquet du levier étant au plot *a* 1^{m} 000 et 1^{m} 312 millimètres en plaçant le même taquet au plot *b*. La différence de ces lectures est de 31^{cm},20. Nous disons que la distance indiquée au moyen de l'instrument et de la mire, *c'est-à-dire la distance de l'instrument à la mire est* de 31^{m}, 20.

La mesure des longueurs se présente donc, comme nous le voyons, avec la plus grande simplicité par l'emploi du tachéomètre auto-réducteur à levier.

Il convient cependant de tenir compte d'une correction de cette appréciation en ajoutant à la longueur ainsi évaluée la longueur de la *constante instrumentale.*

Constante instrumentale.

La constante instrumentale est égale à 10 centimètres, qui représentent une longueur de 8 centimètres, distance de l'axe vertical de l'instrument à l'axe horizontal de rotation de

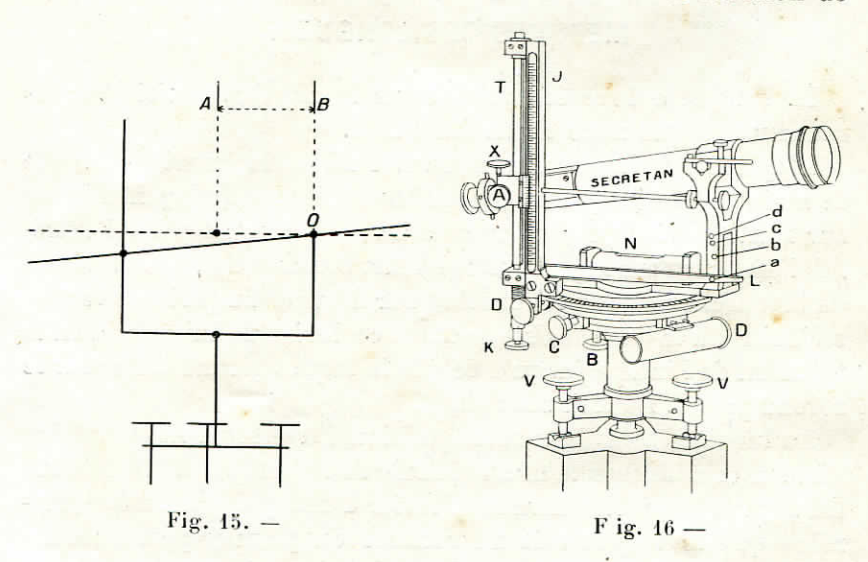


Fig. 15. — F ig. 16 —

la lunette (AB du croquis fig. 15), majorée de l'épaisseur de la planchette de la mire qui sépare la face de la mire de la position horizontale du point visé. Il y a donc lieu d'ajouter. comme nous l'avons dit ci-dessus, cette *constante instrumentale* à la longueur lue. La longueur exacte, de l'instrument à la mire, est de 31,20 + 10 centimètres soit 31,30.

Vérification des longueurs.

L'opérateur, en examinant l'instrument, verra fig. 16 que le constructeur a placé quatre plots en acier (*a-b-c-d*) alors que nous n'avons fait usage jusqu'ici que des deux premiers. Nous avons employé ceux dont la lecture est la plus facile, et dont l'usage est le plus courant. Cependant les deux autres plots permettent des lectures complémentaires, et donnent une approximation plus grande. On les emploie pour les points importants, par exemple dans la première lecture d'une station pour repérer le

point arrière qui sert de départ à l'opération ou pour connaître la distance du point de la station suivante qui servira de base au lever.

En d'autres termes, on emploie généralement ces divers plots et les rapports correspondants pour déterminer les longueurs des divers éléments de la polygonale d'opération. Dans la position où nous sommes (soit 1.000 au plot *a* et 1.312 au plot *b*), si nous nous servions du troisième plot *c*, nous recueillerions la lecture suivante :

1,562

et si nous nous servions du quatrième plot *d*, nous recueillerions la lecture :

1,687

La distance de construction entre les plots *a*, *b*, *c*, *d* est définitive par construction ; elle est telle que l'inclinaison de la lunette se trouve augmentée

	de 0,010 lorsque l'on conduit le levier			de *a* à *b*,
	de 0,018	—	—	de *a* à *c*,
	de 0,022	—	—	de *a* à *d*,
et par déduction	de 0,008	—	—	de *b* à *c*,
	de 0,004	—	—	de *c* à *d*,
	de 0,012	—	—	de *b* à *d*.

Ces nombres sont les coefficients à appliquer dans le calcul des longueurs.

FORMULE

On obtient la distance de l'instrument au point visé en divisant la différence des hauteurs lues sur la mire en employant deux plots différents par le coefficient inscrit ci-dessus en face des lettres représentant ces plots, puis en ajoutant la constante instrumentale ($0^m,10$).

Premier exemple :

Emploi des *plots* a et c.
Nombre lu entre a et c : $0^{m},562$
Coefficient : 0,018

$$\text{Distance : } \frac{0,562}{0,018} + 0,10 = 31^{m},32$$

Deuxième exemple :

Emploi de la somme des lectures

Différences lues :	0,312, 0,562, 0,687.
Rapports correspondants :	0,010, 0,018, 0,022.

$$\text{Distance}\left\{\begin{aligned} &= \frac{\textit{Somme des différences}}{\textit{Somme rapports}} + \textit{Constante} = \\ &= \frac{1,561}{0,050} \quad + \quad 0,10 \quad = \end{aligned}\right\} 31^{m},32.$$

L'emploi de ces méthodes confirme la lecture faite au premier rapport. Il y a lieu d'y recourir pour le calcul des longueurs de la polygonale et les résultats obtenus par cette méthode doivent être considérés comme plus approchés que ceux obtenus par le premier procédé.

Cette explication montre l'usage des divers plots et des rapports qui en découlent, indique la manière de faire les lectures et la manière d'évaluer les distances avec les vérifications et les réitérations qui diminuent les chances d'erreur et permettent d'arriver à une plus grande exactitude dans le résultat final.

L'opérateur connaît maintenant l'usage des verniers et peut lire tous les angles de direction, il connaît également le moyen d'apprécier les longueurs, il pourrait donc, à la rigueur, à partir de ce moment, se servir du tachéomètre pour lever des plans parcellaires par exemple, puisqu'il pourrait en recueillir tous les éléments.

Il convient de compléter à ce moment son apprentissage.

NIVELLEMENT

NIVELLEMENT AU TACHÉOMÈTRE

Cette opération est très différente du procédé de nivellement employé avec les divers types de niveaux. Il nous paraît nécessaire d'exposer brièvement quelques principes.

Dans le principe du nivellement relatif, l'opération consiste à mettre le niveau dans n'importe quelle situation du plan et

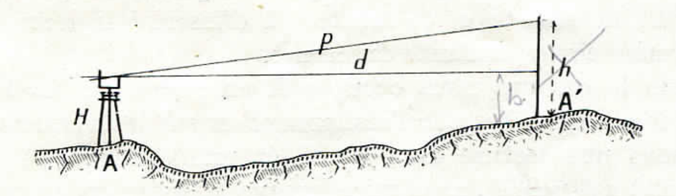


Fig. 17. — Schéma du nivellement au tachéomètre.

à placer les mires sur les points dont on veut connaître l'altitude et sur les points dont on connaît l'altitude.

Dans le nivellement tachéométrique, on met l'instrument en station sur un point dont on connaît l'altitude, altitude qui a été donnée par un nivellement préalable ou qui est rattachée par le procédé tachéométrique au nivellement général de la France, ou à une cote arbitrairement choisie. L'altitude du point du sol où l'appareil est en station étant connue, l'opérateur doit chercher à connaître l'altitude d'opération de l'instrument, c'est-à-dire la hauteur au-dessus du zéro relatif au nivellement du sol, des tourillons de la lunette.

Si nous plaçons l'instrument en A (fig. 17), A est l'altitude du point d'opération, l'altitude de l'instrument est de A + 1^m,47, ce nombre 1^m,47 étant la hauteur H de l'instrument au-dessus du point d'opération nivelé, ou dont l'altitude est connue et

sert de base à l'opération. Il y a là un procédé spécial de nivellement et nous demandons à chaque opérateur de bien comprendre qu'il nivelle à partir de la cote d'altitude de la lunette et non point par rapport à un autre point indépendant de la station de l'instrument.

L'opérateur qui débute peut avoir l'intention de se servir du tachéomètre en fixant la lunette au 0 de la règle. Dans ce cas, il se servirait de son tachéomètre comme d'un niveau d'Égault ou un niveau à bulle indépendante, en ignorant la cote de son instrument et en faisant des lectures de hauteurs relatives sur des mires placées. Nous déconseillons tout à fait cette façon de procéder, qui ne peut servir seulement qu'à vérifier l'usage du tachéomètre dans les premières lectures.

L'opérateur doit, dès le moment où il peut viser sur une mire, prendre note des inclinaisons de la lunette, et s'en servir pour la détermination du point visé.

Il convient essentiellement de prendre garde au signe + ou — de l'inclinaison de cette lunette et d'inscrire la lecture dans la colonne correspondante du carnet.

Dans le cas qui nous occupe, et en regardant les lectures précédemment faites sur l'instrument et sur les verniers, nous trouvons une lecture de + 3,31 et une distance de $31^{m},32$ la hauteur touchée sur la mire lorsque le levier est au taquet *a* étant de 1,00, la cote A′ (fig. 17) du point visé A est donnée par la formule :

$$A' = A + H + pd - h$$

qui se justifie par l'examen du schéma (fig. 17). Soit :

$$A' = 101{,}27 + 1{,}47 + \left(\frac{3{,}31 \times 31{,}32}{100}\right) - 1{,}00 = 102{,}78.$$

Tout le principe du nivellement est donc ainsi expliqué et les lectures peuvent devenir très rapides. L'opérateur doit s'habituer à lire rapidement sur le vernier vertical et à faire les divers mouvements de pointé sur la mire.

Observation importante pour le nivellement.

L'opérateur doit observer que le zéro des mires les plus habituellement livrées pour les opérations est situé à cinq centimètres au-dessus du sol. Dans ce cas toutes les hauteurs lues sur

la mire sont donc de 5 centimètres moindres que les hauteurs réelles.

Il convient de tenir compte de cette différence et de rectifier, en conséquence, la hauteur des tourillons au-dessus du sol. Si cette hauteur est de $1^{m},47$, il convient d'inscrire sur le carnet $1^{m},42$. Ces dispositions ont été la cause de beaucoup d'erreurs. Aussi, pour simplifier l'opération, nous conseillons fort de recourir, pour l'appréciation de la hauteur des tourillons de la lunette à la canne spéciale qui fait cette correction. Bien entendu, cette correction n'est pas nécessaire lorsque le zéro de la mire est à l'extrémité de cet appareil, soit qu'on emploie des mires de tachéomètres Moinot, soit qu'on emploie des mires de nivellement ordinaires en centimètres.

ACCESSOIRES DE NIVELLEMENT

Le tachéomètre est muni d'un niveau solidaire de l'instrument mais il est souvent livré avec deux niveaux mobiles ; l'un peut être fixé sur la lunette et permet d'utiliser l'instrument comme un niveau de haute précision ; l'autre peut être placé à cheval sur les tourillons de la lunette et permet d'en vérifier l'égalité. L'opérateur n'a pas à se préoccuper de leur usage dans les premières séances.

ESSAI DE L'APPAREIL

L'opérateur connaît à ce moment toutes les opérations élémentaires qu'il peut effectuer avec le tachéomètre.

Afin de s'assurer qu'il fait une interprétation exacte des éléments qu'il recueille, nous conseillons d'opérer de la façon suivante.

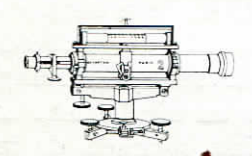
L'opérateur place, dans un terrain largement découvert, quatre piquets qui peuvent représenter les trois sommets d'un triangle et un point voisin du centre de ce triangle. La cote du piquet placé près du centre du triangle étant connue, l'opérateur détermine, par un nivellement au niveau de précision, les cotes des trois points sommets du triangle équilatéral.

Dans le cas où il ne disposerait pas d'autre instrument que d'un tachéomètre, il pourrait déterminer les cotes des trois points en employant le tachéomètre comme un niveau, c'est-à-dire en fixant le 0 de vernier au chiffre 0 de la règle ou en plaçant sur la lunette un niveau pendant.

L'opérateur place alors le tachéomètre sur le point centre qui doit lui servir de station, il fait placer la mire successivement aux trois points sommets du triangle, fait les lectures utiles qu'il reporte sur le carnet, et les opérations nécessaires pour obtenir la cote des points visés. Le résultat obtenu peut différer de 1 centimètre ou 2 au plus de la cote des points obtenue par le nivellement direct.

S'il obtient une différence plus élevée et supérieure à 5 centimètres, l'opérateur doit se préoccuper immédiatement du point de départ des graduations de la mire ou vérifier la hauteur de la lunette de l'instrument au-dessus du point de station. C'est en général dans l'interprétation de la différence de 5 centimètres qui existe entre le zéro de la mire et le point du sol que l'on veut niveler que se produit une erreur systématique qui peut fausser tous les points de la station. Nous nous hâtons de dire qu'en ce qui concernerait l'utilité d'un plan pour une étude d'avant-projet par exemple, cette erreur n'aurait pas d'importance en ce qui concerne le choix du tracé, elle donnerait une idée exacte de la ligne rouge sans fausser sensiblement les évaluations des cubes des terrassements qui pourraient être faits.

L'opérateur qui a suivi les indications ci-dessus, renouvelle à diverses reprises ses lectures et les opérations au carnet. Il peut entreprendre des levés sur le terrain et nous n'aurons à ajouter que quelques conseils supplémentaires en ce qui concerne ces opérations.



EMPLOI

OPÉRATIONS SUR LE TERRAIN

Si la polygonale a été préalablement tracée par des moyens indépendants du tachéomètre, comme dans le cas où il s'agit de lever des plans de détail ou des plans parcellaires sur un tracé de chemins de fer, de canal ou de route, dont le piquetage était fait, les lectures d'angles qui doivent être faites sont rattachées à la polygonale ainsi tracée et dont les éléments sont connus. C'est ainsi qu'on peut viser en arrière sur un piquet connu de l'alignement ou d'une courbe en plaçant le zéro de l'angle ou du vernier du cercle en coïncidence lorsque la lunette est dirigée vers l'origine du projet.

Dans le cas où il n'existe pas d'axe préalablement piqueté, il convient, au point de la première station, de faire une visée qui repère la polygonale à tracer, par rapport à des points connus de la topographie générale ou de la carte, en repérant ce point au besoin par des visées sur deux points géographiques. Il est avantageux, dans ce cas, de prendre comme direction 0-200 la direction du méridien magnétique et c'est pour cette raison que les tachéomètres sont munis d'un déclinatoire, c'est-à-dire une aiguille aimantée contenue dans un tube portant sur une glace dépolie une graduation permettant l'orientation facile.

Dans ce cas, le cercle sera orienté dans la même direction pour toutes les stations d'un même levé ou d'une même série d'opérations, en sorte que, si d'une station quelconque on vise sur la station précédente, l'angle qu'il y a lieu de porter sur le carnet diffère de la visée précédente, de la station avant, de 200 grades.

L'instrument étant en station sur le premier point d'opération, il convient de faire toutes les lectures sur le point arrière et de choisir un point qui servira pour placer l'instrument

dans une station suivante. Ce point peut généralement être distant d'une centaine de mètres environ. Il est bon de faire à cette occasion toutes les lectures avec la plus grande précision en employant les procédés de vérification, de répétition et de réitération qui ont été indiqués, tant pour la déter-

SECRÉTAN_PARIS

STATIONS Hauteur de l'instrument	Nos des points	Lectures sur la Mire	COORDONNÉES POLAIRES Rayon R	Angle A	Inclinon P		Diffce de niveau h=R×P +	−	ALTITUDE du point de mire	sol	Observations
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
55 Piquet 15K267									– –		Arrière sur le piquet 15K100
	1	215 100	115,10	114,25					–		
	2	218,20 100	118,30	118,65					–		
	3	89 0	89,10	124,20					–		
	4	93,90 0	94,00	129,60					–		
	5	111,90 50	62,00	148,90					–		
	6	168,50 100	68,60	154,00					–		
	7	77,90 0	78,00	224,85					–		
	8	85,30 0	85,40	221,40					–		
									–		
									–		

Fig. 18. — Modèle de carnet contenant les lectures utiles pour un levé de parcelles.

mination des angles que pour les distances et les altitudes.

L'opérateur doit alors se préoccuper de recueillir tous les éléments nécessaires à la figuration du relief du sol dans le champ de la station qu'il a choisie.

Pour tous les points de détail, il suffit de faire une lecture au rapport de 1/10, c'est-à-dire en employant les deux premiers

plots *a* et *b* qui donnent des lectures rapides pour l'évaluation des distances et les nivellements. Il faut aussi noter les angles sur le carnet.

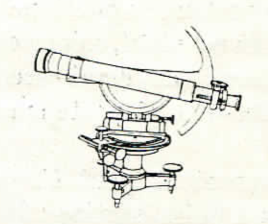
On opère ainsi qu'il suit :

L'opérateur lisant sur la mire ramène le fil du réticule sur un nombre rond. Il déclanche le levier et annonce au teneur de carnet 215/100, puis il lit l'angle du vernier, en annonçant 114,14 + 11 = 25 centigrades, puis sur l'échelle des pentes 1,47. L'opérateur a ainsi tous les éléments qui définissent l'altitude d'un point et le carnet poura être calculé en employant la méthode précédemment indiquée.

Ce sont les diverses phases qui préparent à l'emploi du tachéomètre auto-réducteur. L'instrument est d'un fonctionnement très simple, nous le répétons, il ne comporte aucune difficulté. Lorsque l'opérateur a été familiarisé précédemment avec l'emploi du niveau de précision et du cercle d'alignement, il suffit de quelques instants pour s'assimiler le fonctionnement du tachéomètre et son emploi sur le terrain.

Le calcul du carnet est facile et l'opération la plus compliquée est la multiplication, où 3 chiffres exacts seulement sont nécessaires.

Nous ne saurions trop recommander aux opérateurs d'avoir le courage de dépenser quelques quarts d'heure à s'assimiler l'emploi d'un instrument aussi complet, qui résume tous les avantages des instruments de topographie sous un moindre volume et avec une plus grande précision.



DESSIN

RAPPORT DES PLANS

Renvoyant le lecteur aux traités spéciaux en ce qui concerne le calcul des coordonnées des stations et la vérification de ces calculs, nous indiquons ci-après la méthode employée pour dessiner le plan dont les éléments ont été recueillis sur le terrain.

Le point est déterminé par la méthode des coordonnées polaires. Sa position est connue lorsque l'on possède la longueur du rayon

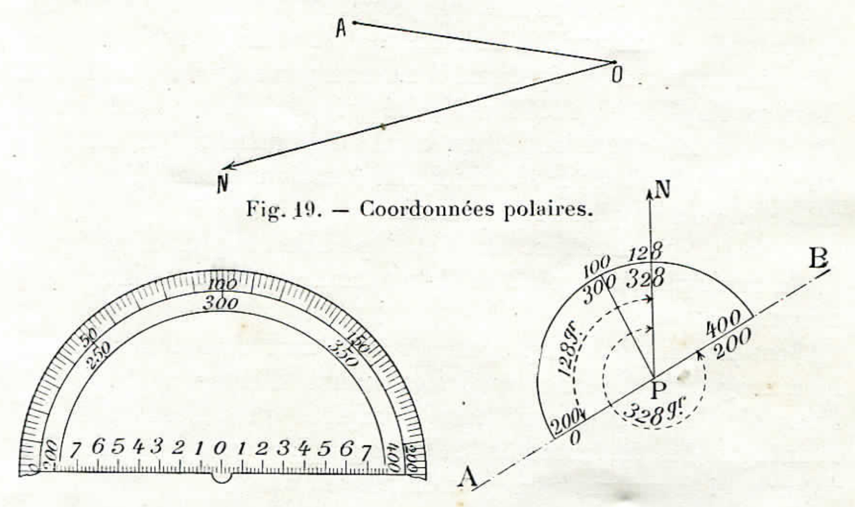


Fig. 19. — Coordonnées polaires.

Fig. 20. — Rapporteur pour Tachéomètre. Fig. 21. — Rapport des angles.

vecteur OA et l'angle AON que ce rayon fait avec la visée prise comme base des opérations.

On utilise pour le report un rapporteur qui peut être, soit en métal, soit en corne ou en celluloïd, soit en carton bristol (fig. 20).

Ce rapporteur en forme de demi-cercle porte une graduation en grades 0-200-200-400, et porte sur le diamètre une division en millimètres.

Le centre de ce rapporteur peut être fixé par une aiguille piquée sur le dessin au point station ; la direction de la visée arrière étant fixée sur le papier on obtient la position d'un point quelconque d'une station en orientant le rapporteur suivant

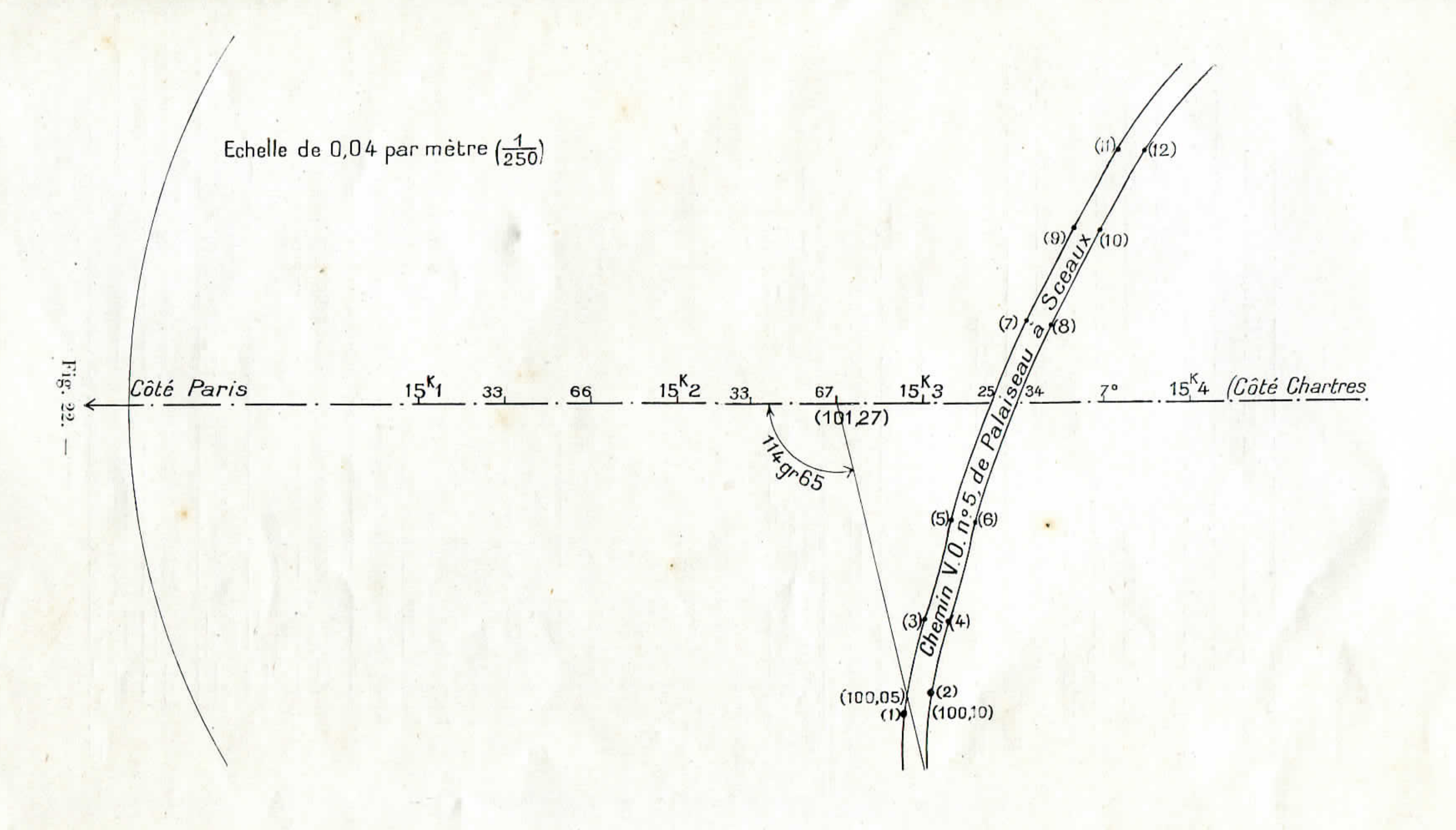

Echelle de 0,04 par mètre $\left(\frac{1}{250}\right)$
Côté Paris
15^K1
33
66
15^K2
33
67
(101,27)
114gr65
15^K3
25
34
7°
15^K4
(Côté Chartres
Chemin V.O. n°5, de Palaiseau à Sceaux
(1)
(2)
(3)
(4)
(5)
(6)
(7)
(8)
(9)
(10)
(11)
(12)
(100,05)
(100,10)

Fig. 22. —

l'angle noté au carnet et en cherchant sur le diamètre du rapporteur la distance du point prise à l'échelle du plan.

Celle distance sera prise à gauche du centre pour les angles compris entre 0 et 200 grades et à droite du centre pour les angles compris entre 200 et 400 grades on pointe sur le papier le point obtenu.

On peut aussi employer un rapporteur circulaire gradué de 0 à 400 grades, mais il faut alors tracer le rayon vecteur pour reporter la distance.

On s'aide pour assembler les points ainsi fixés sur le papier d'un croquis levé sur le terrain et indiquant la position approximative des points où la mire est placée.

Première méthode.

Cas d'un levé de détails utilisant une polygonale préalablement tracée comme base d'opération.

SECRÉTAN - PARIS

STATIONS Hauteur de l'instrument	Nos des points	Lectures sur la Mire	COORDONNÉES POLAIRES Rayon R	Angle A	Inclinon p		Diffce de niveau h = R × p +	−	ALTITUDE du point de mire	sol	Remarques
(1) 55	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)		(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Piquet 15K267									−		~~(102,74)~~
101,27											
1,47									−		Arrière sur piquet 15K100
102,74									−		
	1	215 100	115,10	114,25	−1,47			−1,69	101,05 −1,00	100,05	
	2	218,20 100	118,30	118,65	−1,38			−1,64	101,10 −1,00	100,10	
	3	89,00 0	89,10	124,20	−2,71			−2,42	100,32 −0	100,32	
	4	93,90 0	94,00	129,60	−2,51			−2,37	100,37 −0	100,37	
	5	111,90 50,00	62,00	148,90	−2,63			−1,64	101,10 −50	100,60	
	6	168,50 100	68,60	154,00	−1,57			−1,08	101,66 −100	100,66	
	7	77,90 0	78,00	224,85	−2,21			−1,72	101,02 −0	101,02	
	8	85,30 0	85,40	221,40	−2,05			−1,76	100,98 −0	100,98	
	9	109,90 0	110,00	239,40	−1,27			−1,40	101,34 −0	101,34	
	10	218,90 100	119,00	236,15	−0,23			−0,27	102,47 −1,00	101,47	

Fig. 23. — Modèle de carnet contenant les lectures et le calcul pour l'exécution d'un plan coté.

Pour faciliter la compréhension du texte, nous n'avons inscrit sur le carnet fig. 23 que les éléments de la détermination des points dans le plan. Dans la pratique il faudrait compléter par les renseignements altimétriques.

Les points étant fixés sur le papier on les réunit d'un trait continu comme il est d'usage en pareille matière pour indiquer les limites des chemins ou des parcelles et *on inscrit à côté du point la cote de nivellement correspondante.*

On obtient par ce procédé des plans cotés sur lesquels on peut étudier tous projets de terrassements ou d'ouvrage d'art.

Deuxième méthode.

Cas d'une polygonale déterminée au tachéomètre et répérée au déclinatoire.

La méthode de rapport des points de détails est la même que

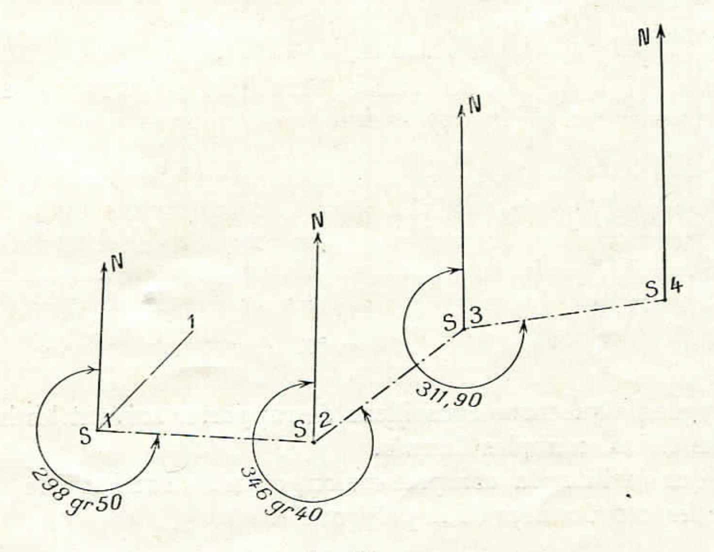


Fig. 24. —

dans l'exemple précédent, sauf que la direction de base de l'opération est celle du méridien magnétique.

Le schéma ci-dessus, fig. 24, qui pourrait être agrandi par le

lecteur, montre la méthode de rapport d'une polygonale de levés orientée par rapport au méridien magnétique.

La feuille de carnet fig. 25 ci-après donne les éléments de cette

SECRÉTAN_PARIS

STATIONS Hauteur de l'instrument (1)	N^os des points (2)	Lectures sur la Mire (3)	COORDONNÉES POLAIRES Rayon R (4)	Angle A (5)	Inclin^on p (6)		Diff^ce de niveau h = R × p + (7)	− (8)	ALTITUDE du point de mire (9)	sol (10)	Observations (11)
1									−		*Arrière Nord*
	Avant sur S_2	*165.00* *100*	*65,10*	*298,50*					−		
2									−		*d°*
	Avant sur S_3	*45,70* *0*	*45,80*	*346gr40*					−		
3									−		*d°*
	Avant sur S_4	*112,30* *50.00*	*62,40*	*311gr90*					−		

Fig. 25.

polygonale que nous conseillons de rapporter suivant les indications et les exemples donnés.

Pour faciliter la compréhension, on n'a donné sur le carnet que les coordonnées de la polygonale.

OBSERVATIONS GÉNÉRALES

Levé des éléments de la polygonale.

Dans les levés où la polygonale n'est pas tracée d'avance, il est recommandé à chaque station :

1° D'orienter très exactement l'instrument avec le déclinatoire ;

2° De viser le piquet sur lequel le tachéomètre était posé précédemment.

3° De relever les points dans un ordre tel que les angles horizontaux croissent de l'un à l'autre, c'est-à-dire de balayer le terrain autour de l'axe dans un sens unique sans revenir en arrière.

De cette façon on évitera les erreurs possibles suivantes :

1° Erreur de lecture de l'angle de deux segments consécutifs de la polygonale; en effet, dans le rapport du dessin, on peut tracer la direction du nord (0^G) et s'assurer qu'elle est toujours parallèle à la direction initiale ;

2° Erreur d'inscription de la longueur des segments, puisqu'elle est relevée deux fois ; erreur de nivellement pour la même raison ;

3° Erreur d'inscription d'angles horizontaux à 100^G ou 200^G près.

Levé des points de détail inaccessibles.

On pourra toujours les relever en plan et en profil, sans que le porte-mire ait besoin de s'y transporter ; on visera de deux stations consécutives, un point précis d'un bâtiment au ras du sol, le pied d'un arbre, etc....

Le rapport des angles sur le plan donnera deux droites, se coupant au point correspondant au point levé ; on mesurera les lon-

gueurs à l'échelle et on déduira des lectures sur l'échelle des pentes, les différences de niveau; dans la plupart des cas, le résultat sera suffisant; pour plus de précision, on calculera les longueurs trigonométriquement.

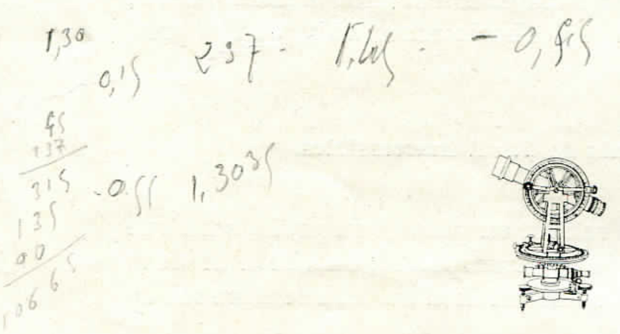
Position des plots.

Les plots sont placés une fois pour toutes par le constructeur; la maison Secrétan en garantit l'extrême précision.

Le levier qui guide les mouvements de la lunette du tachéomètre auto-réducteur se place successivement contre les plots sans aucun effort et sans que l'opérateur ait besoin de quitter la lunette; le mouvement se fait instinctivement, avec un peu d'habitude. Le contact est parfait, grâce à un ressort; les pièces, en acier spécial, sont inusables.

Le tachéomètre devant permettre de lire le centimètre à 100 mètres, précision de 1/10 000e, on voit que la position des plots qui sont situés à l'extrémité d'un bras de levier de 0,20 doit être réglée à $\frac{0,20}{10\,000} = \frac{2}{100}$ de millimètre : c'est là un résultat que le constructeur seul peut atteindre et que l'opérateur ne doit pas chercher à réaliser.

Le résultat ainsi obtenu est de beaucoup plus satisfaisant que celui qu'on obtient avec les niveaux de pente dont l'approximation ne dépasse pas 1/200e.



THÉORIE DES VERNIERS

Le premier vernier est divisé en 11 parties cotées de 0 à 55. La distance de 0 à 55 est un arc de 10^g.

L'arc compris entre 2 divisions consécutives cotées en multiples de 5 est donc $\frac{10^g}{11}$ et la différence entre la graduation 5 du vernier et le grade du cercle est donc en grade $\left(1^g - \frac{10}{11}\right) = \frac{1^g}{11}$

Si la coïncidence a lieu à la n^e division à partir du 0 du vernier, l'appoint sera $\frac{n^g}{11}$ et on lira $5n$.

Le deuxième vernier est divisé en 10 parties cotées de 0 à 50. La distance de 0 à 45 est 8^g.

L'arc compris entre deux divisions consécutives cotées en multiples de 5 est donc $\frac{8^g}{9}$ et la différence entre la graduation du vernier et celle du cercle est donc en grade $\left(1^g - \frac{8}{9}\right) = \frac{1^g}{9}$

Pour une coïncidence à la p^e division, l'appoint sera $\frac{p^g}{9}$ et on lira $5p$.

Ceci est vrai si p ou n sont fractionnaires, c'est-à-dire si aucune coïncidence parfaite n'existe et s'il y a lieu d'interpoler à vue entre les deux cotes qui se rapprochent le plus de cette coïncidence.

Soit x l'appoint :

$x = \frac{n^g}{11} = \frac{p^g}{9} = \frac{n^g + p^g}{11+9} = \frac{(n+p)^g}{20} = \frac{5(n+p)^g}{100} = (5n+5p)$, c'est-à-dire que la somme des deux lectures donne le nombre de centigrades.

On comprend aisément que les nombres 9 et 11 des divisions des deux verniers étant premiers entre eux, les deux lectures ne peuvent être influencées l'une par l'autre.

De plus, en reprenant $\frac{n^g}{11} = \frac{p^g}{9}$ on peut écrire $\frac{n^g - p^g}{11 - 9} = \alpha = \frac{(n-p)^g}{2} = \frac{(5n-5p)^g}{10}$; si j'écris l'appoint en centigrades :

$$\alpha = 10\,(5n - 5p)^{\prime}$$

$$\text{d'où } 5n - 5p = \frac{\alpha}{10}.$$

On a un moyen commode de vérification : la différence des lectures donne le 1/10 de l'appoint.

OBSERVATIONS SPÉCIALES

Au Tachéomètre auto-réducteur nº 2

Le tachéomètre modèle nº 2, destiné aux opérations en pays très accidentés, diffère du modèle nº 1 par les détails suivants :

Le limbe et les verniers du cercle sont gravés sur les génératrices des cylindres superposés. Les divisions sont abritées par une enveloppe cylindrique.

Les plots sont au nombre de trois seulement, correspondant aux rapports 0 — 10 — 15.

L'usage de ce système pour la lecture et la vérification des distances apparaît immédiatement.

Les verniers des angles azimuthaux sont tous les deux divisés en $\frac{1}{20}$ de grade.

CONCLUSIONS

Tels sont les éléments essentiels mais cependant suffisants de la pratique du tachéomètre auto-réducteur à levier.

Les opérateurs et les entrepreneurs d'études ont le plus grand intérêt à se familiariser avec le fonctionnement de ces appareils, qui suppriment l'emploi des tables et des règles logarithmiques indispensables pour les opérations au tachéomètre à tube analatique.

Nous pensons avoir mis l'emploi du tachéomètre à la portée de tous les opérateurs. Il suffit de le vouloir pour acquérir en quelques instants un moyen de diminuer sa fatigue et d'augmenter sa rapidité de production, de se procurer des ressources pour un travail meilleur.

Nous espérons avoir tenté une œuvre utile en nous employant à faire connaître un procédé de levé qui se recommande par la simplicité et l'excellence de ses moyens et la perfection de ses résultats.

Nous affirmons que les levés établis avec ces instruments sont à la fois meilleurs et moins coûteux que ceux établis avec tous les autres instruments de levés de plan.

Il y a donc intérêt à les utiliser.

TABLE

7062-13. — Corbeil, imprimerie CRÉTÉ.

Extrait du Catalogue

SECRÉTAN

Tachéomètres auto-réducteurs à levier

Modèle N° 1 Type le plus courant, construit pour les terrains moyennement accidentés. Instrument tout en bronze, cercle de $0^{m}13$ à deux verniers, échelle des pentes graduée de 0 à 50, ***toutes les divisions sur argent***, lunette de 30 cent., objectif spécial très puissant, réticule gravé, déclinatoire de grande précision, niveau rectifiable à fiole graduée, pince et rappel à tous les mouvements. Livré en boîte noyer avec les accessoires, fil à plomb, pare-soleil, loupe, etc., etc., pied à 6 branches... ... ... **950** fr.

Modèle N° 2 Construit pour les terrains très accidentés, même construction que le précédent. Échelle des pentes graduée de 0 à 65, limbe du cercle horizontal divisé sur champ et protégé par une enveloppe de bronze. Mêmes accessoires, boîte et pied à 6 branches. **950** fr.

Modèle spécial Même construction. Règle verticale placée de façon à permettre la lecture en déplaçant l'œil de l'oculaire mais sans bouger de place, ce qui facilite à la fois l'opération et le contrôle, loupe concentrique au cercle horizontal ... ... **1000** fr.

Ces instruments sont livrés munis de tout le nécessaire. Nous indiquons ci-dessous les accessoires destinés à faciliter les opérations ou à en contrôler l'exactitude.

Accessoires

Niveau à double face (pour le nivellement)	**25** »
Niveau à jambes pour contrôler l'axe de rotation de la lunette.. ...	**25** »
Loupe concentrique au cercle horizontal	**25** »
Recouvrement du cercle (pour le modèle n° 1)..	**30** »
Pied à translation (en échange du pied habituel)	**30** »
Pied semi-métallique pliant (à translation), modèle très rigide et peu encombrant (en échange du pied habituel)	**50** »
Branche de pied à coulisse	**15** »
Mire parlante spéciale divisée au cm., hauteur $3^{m}20$ avec dispositif permettant d'élever le zéro de $0^{m}50$, 1^{m}, $1^{m}50$ ou 2^{m} pour faciliter les opérations au dessus des obstacles	**58** »
Niveau sphérique pour vérifier la verticalité de la mire	**10** »
Loupe à main, monture buffle à recouvrement..	**2** »
Carnet formule spéciale imprimé format 19 × 14 couverture toile. ...	» **90**
Rapporteur en bristol	» **40**


LA RÉPUTATION DES INSTRUMENTS
SECRETAN
A FAIT LE TOUR DU MONDE